

# DEUTSCHE BAUZEITUNG

## MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

\*\*\*\*\*  
UNTER MITWIRKUNG DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-  
CEMENT-FABRIKANTEN UND DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS

VIII. JAHRGANG 1911.

NO. 15.

### Eisenbeton-Bogenbrücke in Schweidnitz i. Schl.

Von Karl Schaaf, Oberingenieur der Eisenbetonbau-Gesellschaft Dittmar Wolfsohn & Co. in Breslau.



In den Monaten März, April und Mai d. Js. wurde die bezeichnete Brücke über den Gondelteich in der Stadt Schweidnitz hergestellt. Sie soll als Zugangsweg zu dem an dieser Stelle seitens der Stadt Schweidnitz noch zu errichtenden Sportplatz dienen. Da auf dem gleichen Gelände

in diesem Jahre aber die Schweidnitzer Gewerbe- und Industrie-Ausstellung stattfindet, so war an dieser Stelle schon jetzt eine feste Brücke notwendig. Die Stadtgemeinde entschloß sich sogar zur vorzeitigen Bewilligung der Mittel für die Erbauung einer solchen. Sie erzielte damit auch eine bedeutende Ersparnis, da die Ausstellung selbst die Hälfte der Herstellungskosten trug.

Die Eisenbetonbau-Gesellschaft Dittmar Wolf-

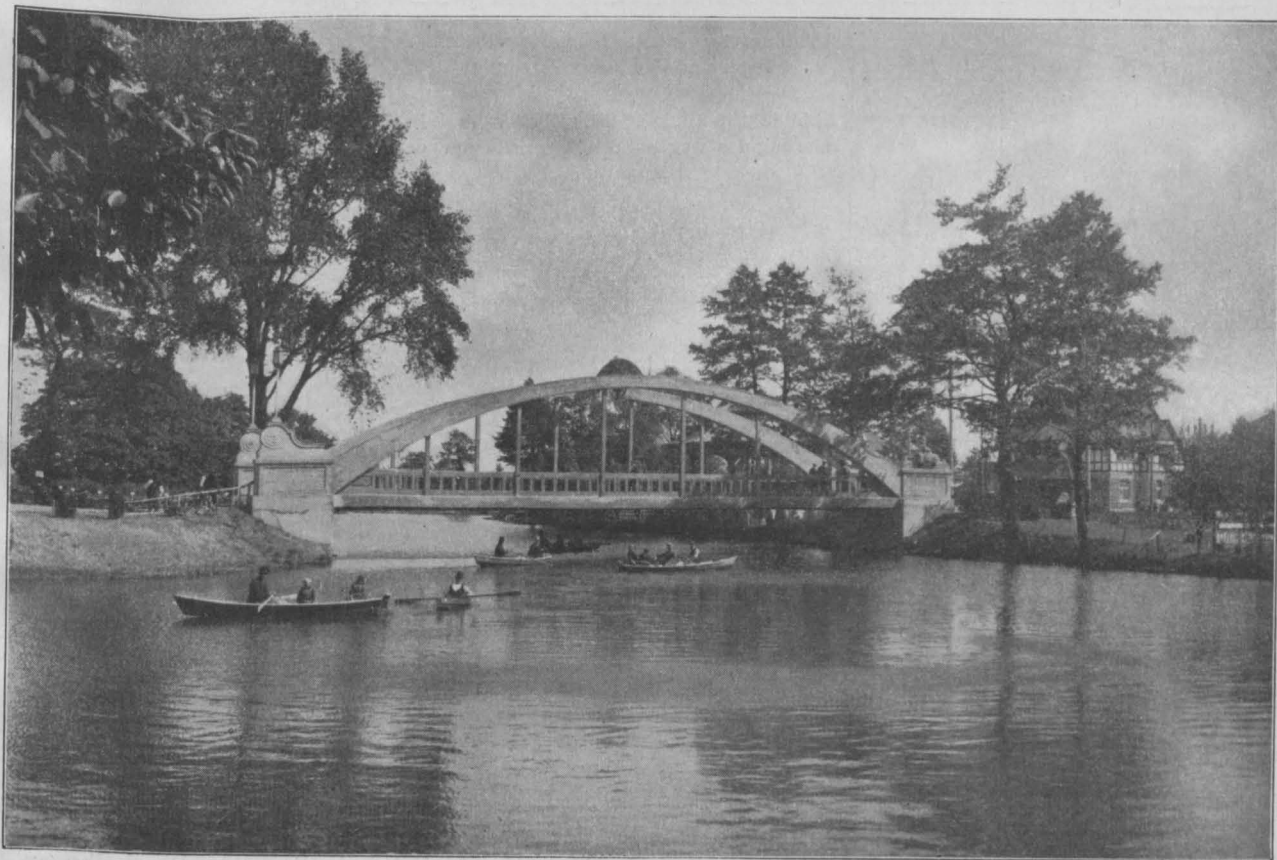


Abbildung 8. Eisenbeton-Bogenbrücke in Schweidnitz in Schlesien.

sohn & Co. in Breslau wurde mit der Ausarbeitung eines für den vorliegenden Fall passenden Entwurfes beauftragt, welcher auch von den beschließenden Körperschaften der Stadt Schweidnitz sowohl als Probebelastung unterzogen und am 26. Mai, also einen Tag vor Eröffnung der Ausstellung dem Verkehr übergeben werden mußte. Gefordert wurde für die Herstellung der Brücke ein gleichmäßig von Wider-

Abbildung 1. Aufriß und Grundriß.

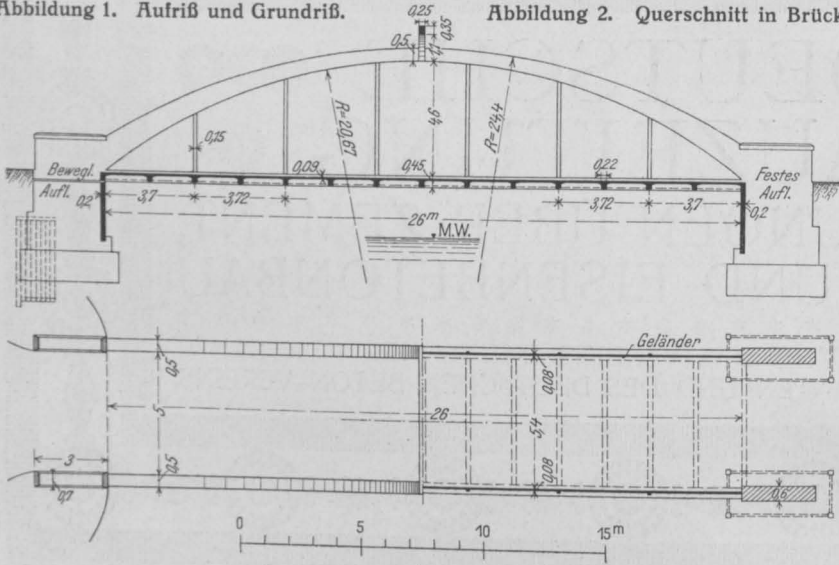


Abbildung 2. Querschnitt in Brückenmitte.

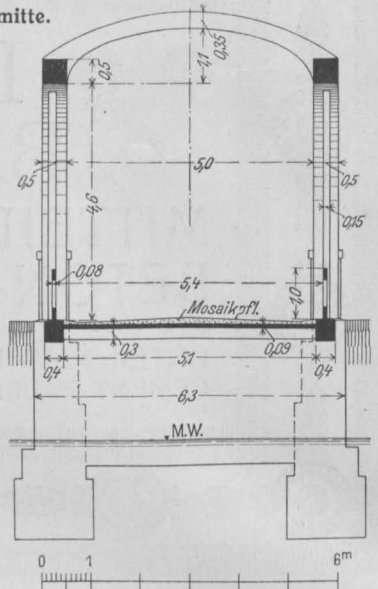


Abbildung 4. Armierung des Bogens.

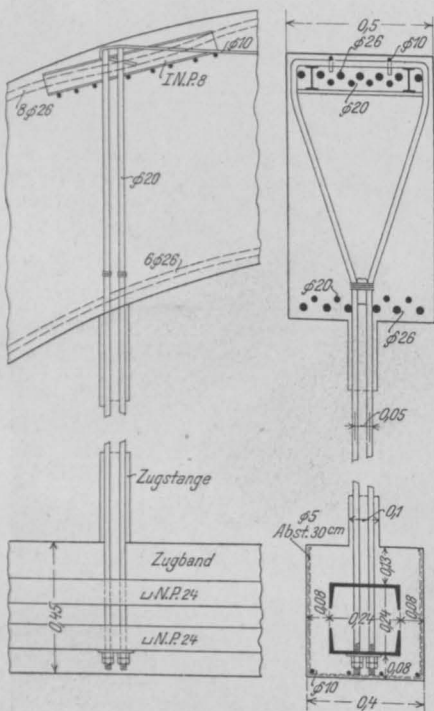
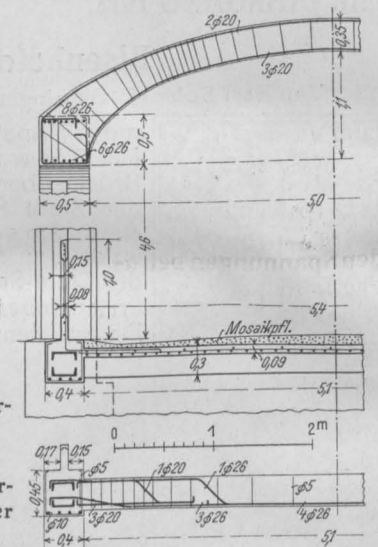
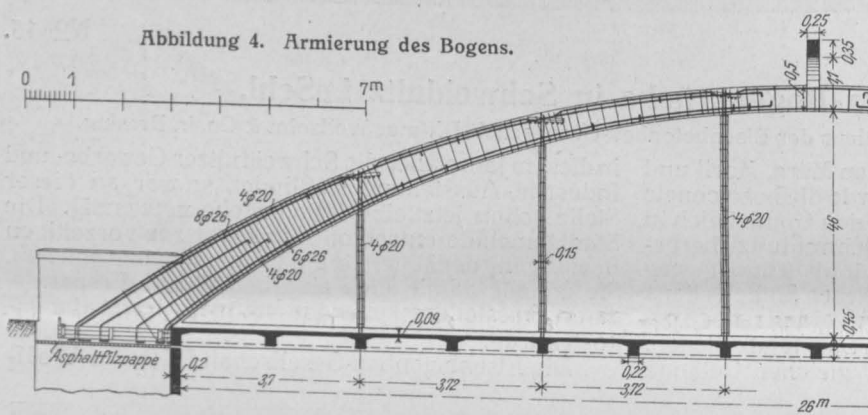


Abbildung 5 (rechts). Armierung der Fahrbahn und der Querversteifung.

Abbildung 6 (links). Einzelheiten der Armierung des Bogens, des Zuggurtes und der Hängestange.

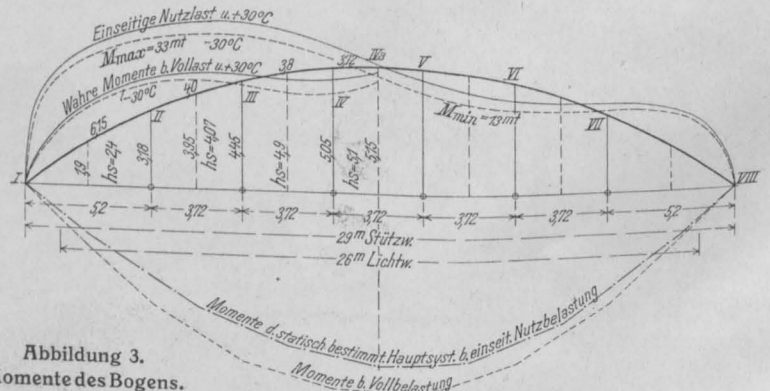


Abbildung 3. Momente des Bogens.

auch der Ausstellungsleitung genehmigt und zur Ausführung bestimmt wurde.

Der eingangs erwähnten Firma wurde Auftrag zur Erbauung der Brücke am 10. Februar mit der Bedingung übertragen, daß diese am 20. Mai einer

lager zu Widerlager durchgehender Abstand von 2 m und eine freie Ueberspannung des 26 m breiten Gondelteiches. Hieraus und aus dem Umstande, daß die Zugangswege zur Brücke nur 1,7 m über Mittelwasser lagen, folgte die Notwendigkeit, eine ebene Fahrbahnplatte mit möglichst geringer Konstruktionshöhe und über ihr liegendem Tragwerk zu wählen. Demnach entschloß sich die ausführende Firma zu einer über der Fahrbahn liegenden Parabelbogenkonstruktion, an welche die Fahrbahn selbst an dün-



nen Eisenbeton-Zugbändern aufgehängt wurde. Bei der Einzeldurcharbeitung wurde unter Wahrung größtmöglicher Wirtschaftlichkeit und Sicherheit besonders darauf geachtet, elegante und schlanke Formen zu erhalten, einen gleichmäßigen Druck auf den Baugrund zu erzielen und aus den Bögen selbst nur lotrechte Belastungen zu bekommen. Das Auflager der Bogenträger wurde daher in Höhe der Fahrbahn verlegt und der seitliche Abschluß derselben einerseits als Unterzug für die normal zur Brückenachse liegenden Plattenbalken, anderseits auch als Zugband für die Hauptträger benutzt (siehe Abbildungen 1 und 2). Das Tragwerk wurde durch eine wagrechte Fuge vom Widerlager losgetrennt und auf diesem frei beweglich aufgelagert. Die Tragkonstruktion ist also ein äußerlich statisch bestimmtes System.

Für die eigentliche Berechnung der Bogenträger trifft nach der gewählten Konstruktion die Voraussetzung zweier Kämpfergelenke nicht ganz zu, anderseits ist aber auch eine vollständige Einspannung, die eine dreifach statische

Unbestimmtheit erzeugen würde, nicht vorhanden. Der Bogen ist daher als einfach statisch unbestimmt mit 29 m Stützweite berechnet. Die Berechnung erfolgte unter Zugrundelegung einer gleichmäßig verteilten Belastung von 400 kg/qm, sowie eines Temperaturwechsels von  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ .

Abbildung 3 stellt die Momentenlinien unter den verschiedenen Belastungs- und Temperatureinflüssen dar. Die größten auftretenden Spannungen betragen im Beton 38,6 kg/qcm und im Eisen 950 kg/qcm. Der bei vollbelasteter Brücke, unter gleichzeitiger Annahme einer Temperatur von  $+ 30^{\circ}\text{C}$ . auftretende Horizontalschub beträgt 77,928 t und die größte Auflagerkraft eines Bogens für ein Widerlager 43,8 t.

Die Brücke hat eine Breite von 6 m, die parabelförmigen Bogenträger haben, wie schon erwähnt, 29 m Stützweite, im Scheitel eine Höhe von 0,5 m, am Kämpfer eine solche von 1,35 m bei einer durchgehenden gleichmäßigen Bogenbreite von 0,5 m. Abbildg. 4—6 zeigen die Einzelheiten der Konstruktion und zwar einen Längsschnitt durch einen Bogenträger mit seinen Eiseneinlagen, die Anordnung der Hängesäulen, die Konstruktion des Zugbandes zur Aufnahme des Horizontalschubes, die Konstruktion der Fahrbahn und der oberen Querversteifung der Träger in Brückenmitte. Bei der Ausbildung des Zugbandes war besonders darauf zu achten, daß dieses nach seiner Verlegung nicht durchhing und durch die Art seiner Konstruktion sofort in der Lage war, auftretende Spannungen aufzunehmen. Um diesen Ansprüchen in möglichst vollkommenem Maße zu genügen, wurde das Zugband aus 2 C-Eisen N. P. 24 (s. Abb. 6) zusammengestellt, welche durch entsprechende Laschen in gegenseitig unverrückbarer Lage

gehalten wurden. In gleicher Weise wurden auch die Stöße behandelt, nur daß die Stoßplatten nicht seitlich, sondern oben und unten am Zugband angebracht waren. Das Band stellte nach seiner Montage eine fertig gestreckte Konstruktion dar, sodaß hierdurch etwa nachteilige Horizontalbewegungen der Bogenträger nicht mehr zu befürchten waren.

Um die ganze Betonarmierung gewissermaßen mechanisch untereinander zu verbinden, wurden sowohl der Ober- wie der Untergurt des Zugbandes an den Auflagern mit entsprechenden Lochungen versehen und durch diese wurden die Bogenrundeisen in warmem Zustande durchgeführt und dann unterhalb des Zugband-Untergurtes hakenförmig umgebogen. Die Eisen in den Hängesäulen wurden in den Bögen bügelartig um die Bogeneisen herum gelegt bzw. letztere nach Einbringung der Hängesäulen durch diese hindurchgeschoben, sodaß auch hier eine gegenseitige mechanische Verbindung der Eiseneinlagen in den verschiedenen Tragteilen geschaffen



Abbildung 7. Lehrgerüst und Schalung des Brückenbogens.

ist. Da die ganze Eisenarmatur vollständig in die Schalung fertig eingebaut war, mußte der Beton in ziemlich flüssigem Zustand eingebracht werden, was besonders bei den Bögen mit Schwierigkeiten verknüpft war.

Abbildung 7 zeigt die Herstellung des Baugeüstes. Die beiden Bogenträger wurden je an einem Tage in etwa 18 Arbeitsstunden betoniert.

An den Kämpfern laufen die Bögen in langgestreckte massive Betonhäupter aus, welche mit ebenfalls an Ort und Stelle gestampften, architektonisch wirkungsvollen Betonkörpern abgeschlossen sind.

Wie die Abb. 1 und 2 zeigen, geht die Gründung der Brücke nicht auf die ganze Breite in voller Stärke durch, sondern ist nur als schmaler Auflagerstreifen ausgebildet und durch eine Eisenbetonwand von 20 cm Stärke verbunden.

Das Bauwerk, welches in der kurzen Zeit von etwa 3 Monaten hergestellt worden ist, wurde nach seiner Fertigstellung durch Hrn. Stadtbrt. Schramm in Schweidnitz einer Probelastung unterzogen, bei welcher sich unter einer aufgebrachten Nutzlast von etwa 65 000 kg eine Durchbiegung in der Mitte von 3,5 mm ergab, die nach Fortnahme der Auflasten wieder vollständig zurückging. Die Brücke nach ihrer Fertigstellung zeigt das Kopfbild Abbildung 8.—

## Beton- und Eisenbetonbauten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von Dipl.-Ing. Franz Widmann in Nürnberg.

Nach dem Vortrag, gehalten auf der XIV. Hauptversammlung des „Deutschen Beton-Vereins“ in Berlin 1911. (Schluß.)

**V**on den zahlreichen hochinteressanten Bauwerken auf anderen Gebieten seien nur noch die Ausführungen erwähnt, bei denen vielleicht wegen ihrer enormen Massen in Amerika der größte Verbrauch von Zement erreicht wird, nämlich die massiven Dämme und Talsperren. Abbildungen 13 und 14 zeigen einen Damm, dessen Ausführung 14 Jahre beanspruchte, der aber auch die meisten Mauer Massen enthält von allen massiven Dämmen der Erde. Es ist der neue Croton-

Damm, der ein großes Staubecken für die New Yorker Wasserleitung abschließt. Seine Kronenlänge beträgt 700 m bei 72 m Höhe und 57 m Sohlenbreite. Der Bau zeigt eine Ansichtsfläche von regelmäßigen Hausteinen, im Inneren wurden Steinblöcke jeder Größe zwischen Zementbeton vermauert; der oberste Teil wurde schließlich nur aus Beton hergestellt, weil inzwischen der Zement billiger geworden war.

Noch enormer als die Anlagekosten dieser Riesenausführung sind aber die Summen, die New York zurzeit



Abbildung 16. Herstellung von „Cyclopean masonry“.



Abbildung 17. Ausführung des Boulder Dammes in Colorado.

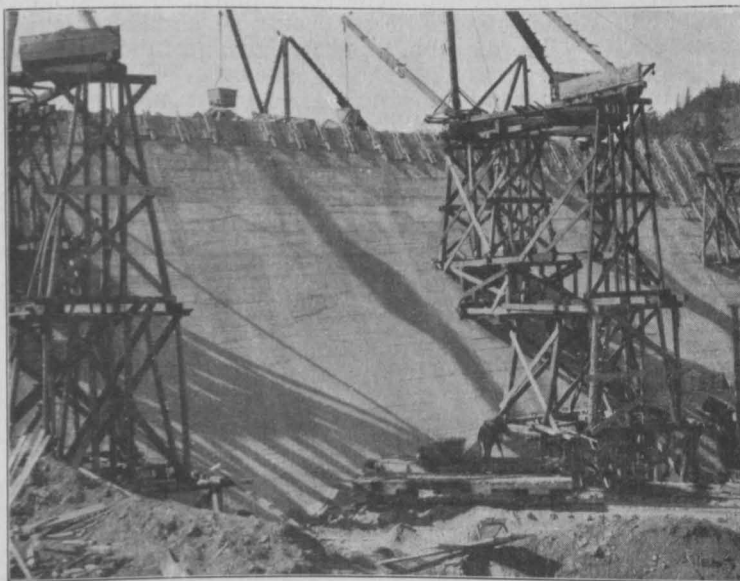


Abbildung 18. Einzelheiten zu Abbildung 17.

für die Erweiterung seiner Wasserversorgungsanlage aufwendet, die sich nach der völligen Verwirklichung des letzten Planes auf 648 Millionen M. belaufen werden. Die

Aufwendungen, welche die reiche amerikanische Union für den Panama-Kanal macht, verlieren fürwahr wesentlich an Eindruck, wenn man ihnen diese finanzielle Leistung einer einzigen Stadtgemeinde gegenüberstellt. Einen Hauptbestandteil dieser Neu-Anlage bildet wieder ein Damm von rund 70 m Höhe und gleicher Basisbreite, der in der Ausführung in Abbildung 15 gezeigt wird. Seine Außenflächen werden mit zuvor gefertigten Betonsteinen besetzt, die neben dem guten Aussehen die Schalung entbehrlich machen. Eine provisorische Öffnung führt bis zur Fertigstellung des Baues den Wasserzufluß ab. Das Arbeitsfeld selbst ist dicht besetzt mit 15 Derricks, von denen auf der Abbildung allein 9 Stück zu sehen sind, und über allen schweben an vier hohen Seilbahnen die Kübel, die den gemischten Beton herbeibringen. Ehe das Zusammenwirken dieser Hilfsmaschine weiter gezeigt wird, ist aber zu erwähnen, daß auch dieser Dammkörper nicht aus einem homogenen Betongefüge besteht, vielmehr wenden die Amerikaner bei derartigen massiven Bauwerken sogenanntes „Cyclopean masonry“ an: sie versetzen Felsblöcke, so groß ihre Maschinen sie heben können, in einer flüssigen Betonmischung so, daß die Blöcke, wie in Abbildung 16 zu sehen, allseitig von einer reichlichen Betonschicht umgeben sind. Die Methode ermöglicht natürlich sehr rasch zu arbeiten und erspart 30 % und mehr an Beton und damit Zement und Arbeit: sie hat also wesentliche, wirtschaftliche Vorteile. Es ist anzunehmen, daß die Temperaturwellen in einen solchen Mauerkörper nicht ganz so gleichmäßig eindringen, wie in einen völlig homogenen Betonkörper, daß also gewisse innere Spannungen auftreten werden; die vorhandenen Beispiele beweisen aber hinreichend, daß dadurch keine praktischen Nachteile entstehen. Die angeführten Dämme sind beide im Grundriß geradlinig geführt. Für einen Ausgleich der Temperatur-Dehnungen, dem man bei uns (nicht immer erfolgreich) durch eine gebogene Grundrißführung des Dammes zu begegnen sucht, werden vielfach lotrechte Temperaturfugen in etwa 15 m Abstand angeordnet, die den Mauerkörper von der Krone bis zur Talsohle durchschneiden. Diese Trennungsschnitte werden in im Grundriß gebrochener oder gezackter Linie geführt und die dadurch entstehende Verzahnung genügt allein für eine ausreichende Dichtigkeit.

Der für die Ausführung solcher Dammbauten typische Arbeitsvorgang mag an Hand der Abbildungen 17 und 18 noch etwas genauer erörtert werden, die den Bau eines 52 m hohen Dammes in einem vorher unwegbaren Canon in Colorado zeigt. Als Hilfsmaschinen stehen Eisenbahn, Mischanlage, Kabelbahn und Derricks zur Verfügung. Die Rohmaterialien für den Beton kommen oben am steilen Hang (Abbildung 18 rechts) mittels Eisenbahn zur Mischanlage, wo sie durch eigene Schwere abwärtsfallend schließlich fertig gemischt in die bis 2,5 cbm fassenden Gefäße der 2 Seilbahnen gelangen. Diese Seilbahnen bringen den flüssigen Beton mit über 6 m/Sek. Geschwindigkeit an jede beliebige Stelle des Grundrisses. Mit einer zweiten Eisenbahn, die sich um den Fuß des Dammes verzweigt, werden sodann die großen, bis 3 cbm fassenden Felsblöcke herangeschafft, die nun von Derricks gehoben und in das Bett von Beton verlegt werden können. Alles baut sich entsprechend dem Baufortgang nach oben weiter und voran geht jeweils eine einfache Schalung, die ohne äußere Abstützung nur nach dem Damm-Inneren mit Drähten oder Bolzen verankert ist.

Zum Schluß nur noch ein eigenartiges, besonders interessantes Beispiel. In den schroffen Canons der Rocky-mountains lassen sich Dammbauten von enormer Höhe und kurzer Kronenlänge mit erstaunlich gerin-



gen Massen erstellen, indem man sie im Grundriß stark krümmt und bei dem festen natürlichen Fels eine gewisse Bogenwirkung der Konstruktion mit in Rechnung zieht. Der Querschnitt eines der höchsten, des 93 m hohen Shoshone-Dammes ist in Abbildung 19 zum Vergleich

von zweckmäßigen Maschinen durchzuführen verstehen. Darin kann uns ihr praktisches Talent ein Beispiel sein und wird es immer mehr werden, je mehr auch unsere Verhältnisse beim Betonbau den Ersatz der Menschenkraft durch Maschinen notwendig machen. —

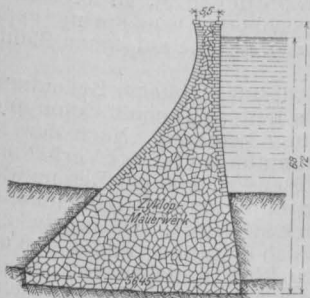


Abbildung 13.  
Querschnitt des neuen Croton-Dammes für die Wasserversorgung von New York.

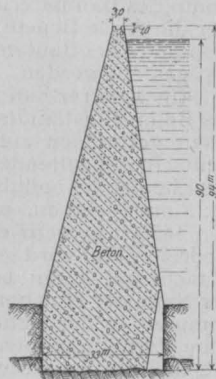


Abbildung 19. Shoshone-Damm (gekrümmter Grundriß).

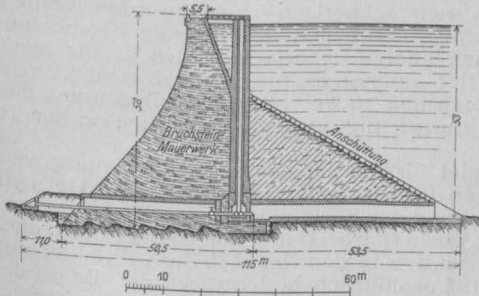


Abbildung 20. Querschnitt der Urft-Talsperre in der Eifel.

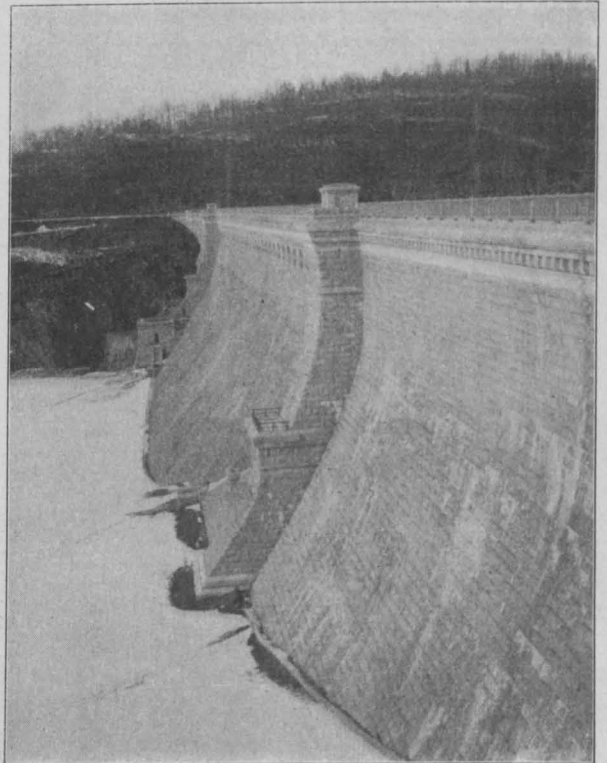
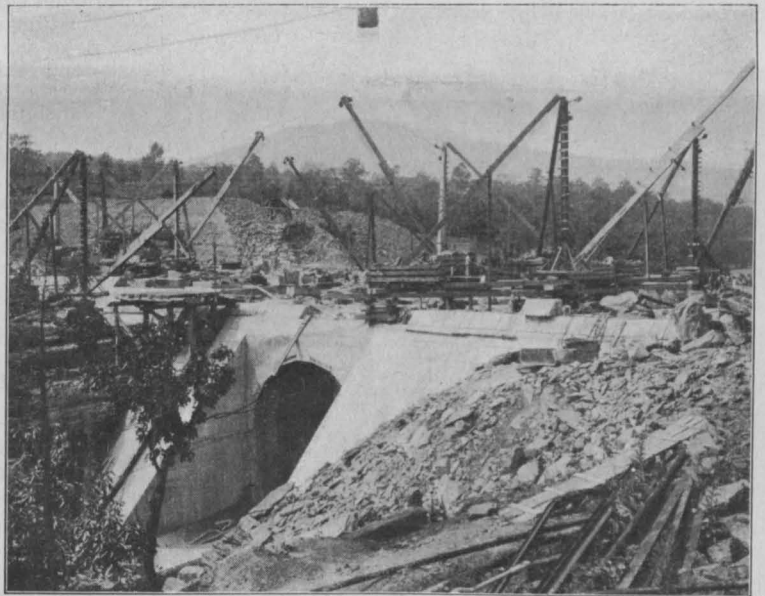


Abb. 14 (rechts).  
Bild des fertigen Dammes an der Unterseite.

Abb. 15 (unten).  
Bau des Olive-Dammes zur Erweiterung der New Yorker Wasserleitung.

neben den zuvor erwähnten Croton-Damm gestellt und schließlich unsere größte deutsche, die Urft-Talsperre in der Eifel in Abbildung 20 beigelegt. —

In loser Reihenfolge sind nun Bilder von verschiedenen Gebieten des Bauwesens gegeben worden, viel zu wenige, um auch nur Beispiele von allen Anwendungsgebieten des Betons zu bringen. Immerhin möge der kurze Bericht zeigen, was die amerikanischen Ingenieure in der Verwendung und Behandlung von Beton und Eisenbeton leisten, und daß ihre großartigsten Ausführungen sich mit den unseren wohl messen können. Wie einige Vergleiche gezeigt haben, schlägt man allerdings in den Staaten oft andere Wege ein als bei uns und man kann wohl sagen, die beiden Länder haben ihre besten Leistungen auf verschiedenen Gebieten erzielt. Während wir als erste Beispiele unseres Könnens theoretisch komplizierte und künstlerisch hervorragende Werke anführen, sind den ganzen Verhältnissen ihres Landes entsprechend die Amerikaner stolz auf ihre gigantischen Bauwerke, die sie unter reichlicher Anwendung



## Der Elastizitätsmodul eines Betongewölbes.

Von Dr. Ing. R. Färber, Oberingenieur der Firma Buchheim & Heister, Frankfurt a. M.

Die Kenntnis des unseren Betonkonstruktionen wirklich zukommenden Elastizitätsmoduls ist für viele Zwecke von Wichtigkeit. Bei gelenklosen Gewölben sind die durch Temperaturschwankung oder durch Nachgeben der Widerlager verursachten Zusatzspannungen direkt proportional dem Elastizitätsmodul des Gewölbebetons, und wenn mit Recht ein Kampf gegen viel zu hohe Annahmen bezüglich der Temperaturschwankung von Gewölben geführt wird, so darf dabei nicht übersehen werden, daß es mit der Einführung von der Wirklichkeit besser entsprechenden Zahlen für die Temperaturgrenzen noch nicht getan ist, weil die teilweise willkürlichen Annahmen über Ausdehnungsziffer und Elastizitätsmodul ebenfalls von großem Einfluß auf das Ergebnis sind.

Ein anderer Fall, bei welchem der Elastizitätsmodul eine große Rolle spielt, ist derjenige der Knickung. Eine Stütze von bestimmten Abmessungen wird bei geringer Belastung von selbst wieder in ihre geradlinige Form zurückkehren, wenn sie durch irgendwelche Ursache vorübergehend ausgebogen worden ist; bei hoher Belastung aber wird der durch die kleinste zufällige Ausbiegung der Normalkraft zukommende Hebel ein bleibendes Moment erzeugen. Die Grenze zwischen diesen beiden grundverschiedenen Fällen wird also offenbar diejenige Normalkraft bilden, welche gerade imstande ist, eine durch eine äußere Ursache hervorgerufene kleine Ausbiegung der geraden Stabachse aufrecht zu erhalten, so daß erst eine kleine Entlastung eine Rückkehr der Stabachse in die gerade Lage ermöglicht. Diese bekanntlich aus den Euler'schen Formeln zu ermittelnde Grenzkraft





Tabelle I. Berechnung von  $M$  u.  $N$ .

Ab-schnitt	$V$	$v$	$H$	$h$	$\cos \alpha_n$	$\sum_o^n V$	$s_n$	$\sin \alpha_n$	$\sum_o^n H$	$c_n$	$M$	$N$
0-1	- 10,947	0,00	+ 56,200	0,00	- 0,4361	- 10,947	0,00	0,9000	+ 56,200	0,00	+ 39,636	+ 55,354
1-2					- 0,3921	"	1,64	0,9200	"	0,68	+ 19,373	+ 55,996
2-3					- 0,3808	"	3,31	0,9247	"	1,35	+ 0,001	+ 56,137
3-4					- 0,2974	"	+ 5,04	0,9548	"	1,94	- 14,2191	+ 56,915
4-5					- 0,2343	"	6,82	0,9722	"	2,45	- 23,395	57,203
5-6					- 0,1662	"	8,62	0,9861	"	2,84	- 25,609	57,238
6-7					- 0,1404	"	10,43	0,9901	"	3,14	- 22,655	57,181
7-8					- 0,0771	"	12,26	0,9970	"	3,35	- 14,424	56,875
8-9					- 0,0756	"	14,12	0,9971	"	3,50	- 2,492	56,865
9-10	+ 7,500	14,12			- 0,0535	- 3,447	15,45	0,9986	"	3,54	- 0,156	56,306
10-11					$\pm 0$	"	16,80	1,0000	"	3,59	+ 1,688	56,200
11-12	+ 7,500	16,80			+ 0,0753	+ 4,053	18,60	0,9972	"	3,53	- 2,236	56,348
12-13					+ 0,0918	"	20,41	0,9958	"	3,42	- 3,390	56,336
13-14					+ 0,1129	"	22,23	0,9936	"	3,25	- 1,212	56,298
14-15					+ 0,1808	"	24,04	0,9836	"	2,98	+ 6,626	56,011
15-16	+ 7,500	24,08			+ 0,2088	+ 11,553	25,38	0,9786	"	2,74	+ 4,933	57,410
16-17					+ 0,2501	"	26,92	0,9683	"	2,44	+ 4,001	57,308
17-18	+ 7,500	26,78			+ 0,2840	+ 19,053	28,53	0,9588	"	1,95	- 0,186	59,296
18-19					+ 0,3808	"	30,29	0,9247	"	1,35	+ 0,001	59,224
19-20					+ 0,3921	"	31,93	0,9200	"	0,68	+ 6,408	59,175
20-21					+ 0,4335	"	33,60	0,9000	"	0,00	+ 12,805	58,839

$$M = + 39,636 + \sum_o^n V v + \sum_o^n H h - s_n \left( \sum_o^n V \right) - c_n \left( \sum_o^n H \right). \quad N_n = \cos \alpha \left( \sum_o^n V \right) + \sin \alpha \left( \sum_o^n H \right).$$

Tabelle II. Berechnung von  $a$  und  $\beta$ .

Ab-schnitt	$V$	$v$	$H$	$h$	$\cos \alpha_n$	$\sum_o^n V$	$s_n$	$\sin \alpha_n$	$\sum_o^n H$	$c_n$	$a$	$\beta$
0-1	- 0,500	0,00	+ 2,971	0,00	- 0,4361	- 0,500	0,00	0,9000	2,971	0,00	2,356	2,892
1-2					- 0,3921	"	1,64	0,9200	"	0,68	+ 1,156	2,929
2-3					- 0,3808	"	3,31	0,9247	"	1,35	$\pm 0,000$	2,938
3-4					- 0,2974	"	5,04	0,9548	"	1,94	- 0,888	2,985
4-5					- 0,2343	"	6,82	0,9722	"	2,45	- 1,513	3,006
5-6					- 0,1662	"	8,62	0,9861	"	2,84	- 1,772	3,013
6-7					- 0,1404	"	10,43	0,9901	"	3,14	- 1,758	3,012
7-8					- 0,0771	"	12,26	0,9970	"	3,35	- 1,467	3,001
8-9					- 0,0756	"	14,12	0,9971	"	3,50	- 0,982	3,000
9-10					- 0,0535	"	15,45	0,9986	"	3,54	- 0,436	2,994
10-11					$\pm 0$	"	16,80	1,0000	"	3,59	+ 0,090	2,971
11-12	+ 1,000	16,80			+ 0,0753	+ 0,500	18,60	0,9972	"	3,53	- 0,632	3,000
12-13					+ 0,0918	"	20,41	0,9958	"	3,42	- 1,210	3,004
13-14					+ 0,1129	"	22,23	0,9936	"	3,25	- 1,615	3,008
14-15					+ 0,1808	"	24,04	0,9836	"	2,98	- 1,718	3,013
15-16					+ 0,2088	"	25,38	0,9786	"	2,74	- 1,675	3,012
16-17					+ 0,2501	"	26,92	0,9683	"	2,44	- 1,553	3,002
17-18					+ 0,2840	"	28,53	0,9588	"	1,95	- 0,902	2,991
18-19					+ 0,3808	"	30,29	0,9247	"	1,35	- 0,000	2,938
19-20					+ 0,3921	"	31,93	0,9200	"	0,68	+ 1,171	2,929
20-21					+ 0,4335	"	33,60	0,9000	"	0,00	+ 2,356	2,891

$$a = + 2,356 + \sum_o^n V v + \sum_o^n H h - s_n \left( \sum_o^n V \right) - c_n \left( \sum_o^n H \right). \quad \beta = \left( \sum_o^n V \right) \cos \alpha + \left( \sum_o^n H \right) \sin \alpha.$$

gebrachte Last,  $\alpha$  und  $\beta$  aus den Bogenverhältnissen folgende Koeffizienten, während die übrigen Bezeichnungen in üblicher Weise gewählt sind; die Integrale sind natürlich über den ganzen Bogen zu nehmen. Der Einfluß der Scherkräfte wird als verhältnismäßig geringfügig vernachlässigt.

Die Einsenkung des Scheitels ergibt sich nunmehr durch Ableitung von  $L$  nach  $Q$ , wobei aber die unbeschränkte kleine Kraft  $Q$  im Ergebnis vernachlässigt werden kann. Es ist also

$$(2) \dots e = \frac{1}{E} \int \frac{a M}{J} ds + \frac{1}{E} \int \frac{\beta N}{F} \cdot ds = \frac{R}{E},$$

und daher erhält man, wenn die Einsenkung  $e$  gemessen ist, den Elastizitätsmodul des Bogenmaterials zu

$$(3) \dots \dots \dots E = \frac{R}{e}.$$

Um nun  $R$  zahlenmäßig bestimmen zu können, muß man den Bogen derart in Abschnitte teilen, daß zur Auswertung der Integrale die Simpson'sche Regel anwendbar wird, und muß dann zunächst für die einzelnen so erhaltenen Fugen die Werte  $\alpha$  und  $\beta$ , sowie  $M$  und  $N$  berechnen; letztere natürlich für denjenigen Belastungsstand, für welchen die Einsenkung  $e$  gemessen wurde. Diesen zeigt die Abbildung; außerdem kann auf die photographische Darstellung der Belastungsprobe (Abbildung 2, S. 81 der „Mitteilungen über Zement usw.“ Jahrg. 1910) verwiesen werden.\*) Das Eigengewicht des Bogens kommt (worauf noch besonders aufmerksam gemacht werden soll) für die ganze Schlußfolgerung nicht

in Betracht, weil die von ihm abhängige Formänderung sich bereits vollzogen hat und auch nach Wegnahme der Nutzlast als konstantes Restglied wieder übrig bleibt. Wie die Abbildung zeigt, ist der ganze Bogen in 7 Hauptabschnitte I—VII und jeder Hauptabschnitt in eine gerade Zahl Unterabschnitte zerlegt worden; die Hauptabschnitte sind so gewählt, daß innerhalb derselben der Funktionsverlauf von  $M$ ,  $N$ ,  $\alpha$  und  $\beta$  ein stetiger ist. Die ganze Konstruktion wird auf ein  $s$ - und  $c$ -Koordinatensystem bezogen, dessen Ursprung mit der Mitte der ersten Fuge zusammenfällt. Dieses Verfahren findet sich in meinem Buch „Dreigelenk-Bogenbrücken“, Stuttgart 1908, eingehend auf Seite 132 ff. dargelegt und kann daher hier auf diese Darlegungen Bezug genommen werden. Moment und Normalkraft in beliebiger Fuge  $n$  ist, wie leicht abzuleiten, gegeben durch:

$$(4) \quad M_n = M + \sum_o^n V v + \sum_o^n H h - s_n \sum_o^n V - c_n \sum_o^n H,$$

$$(5) \quad N_n = \left( \sum_o^n V \right) \cos \alpha + \left( \sum_o^n H \right) \sin \alpha.$$

Diese Gleichungen dienen natürlich auch zur Berechnung der Koeffizienten  $a$  und  $\beta$ , welche nichts anderes darstellen, als die in den einzelnen Fugen von einer Scheitelbelastung gleich der Einheit hervorgerufenen Momente und Normaldrucke. Bei der Berechnung ist zunächst Moment  $M$ , sowie die lotrechte und wagrechte Widerlagerreaktion ( $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{S}$ ) in Fuge (1) unbekannt. Da aber 3 Gelenke eingebaut sind, für welche die nach (4) zu berechnenden Fugenmomente Null sein müssen, so ergeben sich ohne weiteres auch 3 Gleichungen zur Berechnung dieser Unbekannten. Man könnte die Zahl der Gleichungen zwar verringern, wenn man den Ursprung

\*) Anmerkung. Die Lasten sind nach der Angabe des Hrn. Direktor Arnold von der Recklinghausener Straßenbahn-Verwaltung angesetzt.

des Koordinatensystemes in eines der Gelenke verlegt; da es aber andererseits vorteilhaft ist, das ganze Bauwerk im positiven Quadranten unterzubringen, und die Auflösung der 3 Gleichungen keine große Mühe verursacht, so ist es besser, auf die angedeutete Koordinatenverschiebung zu verzichten.

Um also  $M$  und  $N$  für sämtliche Fugen berechnen zu können, muß man zunächst die Momente für die Gelenke nach Gleichung (4) anschreiben und gleich Null setzen, und erhält demnach (s. Abb. S. 118)

$$(6) M_3 = M + 3,31 M - 1,35 S = 0$$

$$(7) M_{11} = M + 14,12 \cdot 7,50 - 16,80 (M + 7,50) - 3,62 S = 0$$

(NB. Die Gelenkmitte deckt sich nicht genau mit der Fugenmitte, weshalb das Gelenkmoment vom Fugenmoment zu unterscheiden ist, s. Abb.)

$$(8) M_{19} = M + 7,50 (14,12 + 16,80 + 24,08 + 26,78) - 30,29 (M + 4 \cdot 7,50) - 1,35 S = 0$$

oder zusammengezogen

$$(9) \dots \left\{ \begin{array}{l} M - 3,31 M - 1,35 S = 0 \\ M - 16,80 M - 3,62 S - 20,10 = 0 \\ M - 30,29 M - 1,35 S - 295,35 = 0 \end{array} \right.$$

$$(10) \dots \left\{ \begin{array}{l} M - 16,80 M - 3,62 S - 20,10 = 0 \\ M - 30,29 M - 1,35 S - 295,35 = 0 \end{array} \right.$$

die einfache Auflösung ergibt:

$$M = + 39,636 \text{ mt} \quad S = - 10,947 \text{ t} \quad S = + 56,210 \text{ t}$$

Das Zeichen — bei  $S$  bedeutet, daß diese Kraft entgegen dem in der Rechnung als positiv vorausgesetzten Richtungssinn, also der Schwerkraft entgegen wirkt. Im übrigen vergleiche man wegen der sehr einfachen Zeichenregeln auch meine Abhandlung über den Einsturz der Turnhalle zu Niederrad in „Beton und Eisen“, Jahrgang 1910, Heft II, Seite 51.

In analoger Weise ergeben sich, falls nur die Einzelast I im Scheitel angreifend gedacht wird, die zur Berechnung von  $a$  und  $\beta$  dienenden Werte

$$M' = + 2,356; S' = - 0,500; S' = + 2,971$$

Die vorstehenden Tabellen I und II enthalten die Berechnung der Werte  $M, N, a$  und  $\beta$  der Fugen 1 bis 21. Die Ausrechnung erfolgt mechanisch und sehr bequem mit Hilfe der Rechenmaschine; die Tabellen geben überdies ein Beispiel der von mir schon öfter angeregten maschinengerechten Anordnung derartiger Operationen. Sie sind nach diesem Muster für alle Bogen- und Rahmenkonstruktionen für lotrechte und wagrechte angreifende Kräfte zur Berechnung der Momente und Normalkräfte in den einzelnen Fugen zu gebrauchen, vorausgesetzt, daß die (eventuell auch statisch unbestimmten) Kräfte der Anfangsfuge anderweit berechnet worden sind. —

(Schluß folgt.)

## Zentralstelle zur Förderung der Deutschen Portland-Zement-Industrie.



Durch das tatkräftige Zusammenwirken der in der Zement- und Betonindustrie tätigen Faktoren, der wissenschaftlichen Arbeiten der Vereine, wie der vorbildlichen Ausführungen der Spezialbaufirmen und vortrefflichen Leistungen der Kunststein- und Zementwarenfabrikanten ist es gelungen, dieser Industrie ein großes und schnellwachsendes Verwendungsgebiet zu erwerben. Noch viele Möglichkeiten aber bleiben bisher ungenutzt und der Verbreitung des an einzelnen Stellen Errungenen widersteht häufig genug noch die mangelhafte Kenntnis von Material und Konstruktionsweisen im großen Publikum und leider noch bei manchen behördlichen Stellen. Oft genug enthalten öffentliche Ausschreibungen unerfüllbare und widerspruchsvolle Bedingungen. Zahlreich sind auch die Fälle, in denen auf die besonders zweckmäßigen Eisenbetonausführungen überhaupt verzichtet wird, weil sie durch die baupolizeilichen Forderungen, die über das Maß des Notwendigen und an anderen Stellen als richtig Anerkannten weit hinausgehen, unwirtschaftlich werden. Allein die häufig kleinlichen und zeitraubenden Einzelprüfungen der Konstruktionsteile, die der einzelne Beamte vielfach willkürlich nach seiner Auffassung bemißt, schrecken die Bauherren ab, da für sie der Zeitverlust schwer in die Wagschale fällt.

Es ist auch wohl zuzugeben, daß es noch häufig genug Ausführende gibt, denen es an der erforderlichen Material- und Konstruktionskenntnis mangelt, sodaß ihre Werke dann durch technische Fehler Mißtrauen und Voreingenommenheit gegen die Bauweise erzeugen. Doppelt schlimm wirken gerade solche Fehler in der konservativsten aller Künste, der Baukunst, die sich so schwer von der Schablone des Althergebrachten zu der Erkenntnis durchringen kann, daß mit den neuzeitlichen Forderungen an Raum und Konstruktion die Gegenwart auch die neuen Materialien und Konstruktionsmöglichkeiten beschert hat, und es der Architekten Ehrenpflicht ist, mit ihnen neue Werke zu schaffen, die unserer Zeit charakteristischen Ausdruck verleihen. Gerade die Fehler in ästhetischer Hinsicht, die leider ab und zu gemacht worden sind und aus der Jugend der Industrie so leicht zu erklären sind, geben Denen Waffen, die unter der Fahne des Heimatschutzes gegen alle neuzeitlichen Materialien und Konstruktionen, weil sie neu sind, insbesondere auch gegen alles das was aus Zement erzeugt wird, kämpfen.

Erfreulicherweise haben die Köpfer in der Architektenschaft gegen dieses künstlerisch unfruchtbare Gebahren, das auf eigenes Mitschaffen am Neuen verzichtet, energisch Front gemacht. Sie betonen mit Recht, daß es sich nicht darum handelt, lediglich die Äußerlichkeiten des Alten zu wiederholen, wo doch der überkommenen Kunst der innere Geist entschwunden ist. Anders geworden sind Wohn-, Raumgedanken und Bedürfnisse, die Forderungen des Verkehrs und der Hygiene, die Arbeitsweisen und die Materialien. Da kann die Aufgabe

nur sein, das Bild des schönen, überkommenen Alten nicht durch häßliche Neubauten, seien sie nun mit den alten Formen und Materialien oder mit neuen Materialien und Konstruktionen errichtet, zerstören zu lassen, und die weitere schöpferische Aufgabe ist, gerade in den neuen Materialien die künstlerisch bedeutsamen Eigenschaften zu erkennen, charakteristisch auch neben dem Alten zum Ausdruck zu bringen, ohne das vorhandene Schöne in seiner Wirkung zu beeinträchtigen.

Ganz besonders gefährlich ist die vielfach mißbräuchliche Ausführung der Verunstaltungsgesetze von Seiten der örtlichen Verwaltungsinstanzen, soweit sie grundsätzlich nur das Alte dulden. Ihre Verordnungen, die häufig durch Verallgemeinerung bedauerlicher und fehlerhafter Ausführungen begründet werden, sind nur zu sehr geeignet, ganze Industriezweige empfindlich zu schädigen. Wenn tatsächlich fehlerhafte, unästhetische und unglücklich wirkende Ausführungen vorgekommen sind, so bleiben sie immerhin Ausnahmen, welche keine allgemeinen Materialverbote rechtfertigen und zwar umso weniger, als ihnen in jedem Falle gute und einwandfreie Arbeiten gleicher Art an anderer Stelle gegenüber gestellt werden können.

In allen diesen oben skizzierten Fragen ist es notwendig, daß die beteiligten Fachkreise aufklärend wirken.

Der vom „Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikan“ ins Leben gerufenen „Zentralstelle zur Förderung der Deutschen Portland-Zement-Industrie“ ist es zur ganz besonderen Aufgabe gemacht, sich in den Dienst dieser Sache zu stellen. Sie soll durch Veranstaltung von Kursen, Vorträgen, durch Veröffentlichungen und durch Beratung von Bauherren, Bauausführenden und Zementwarenfabrikanten in allen Bauausführungen dahin wirken, daß Fehler vermieden und Vorurteile beseitigt werden. Sie soll auch im Falle wirtschaftlicher Schädigungen, die aus behördlichen Verordnungen erwachsen können, in geeigneter Weise und unter Zusammenfassung weit interessierter Kreise vorgehen.

Auch auf anderen Gebieten wirtschaftlicher Art, die die Wahrnehmung gemeinsamer Interessen erfordern, wie der Tarifbehandlung der Zementwaren seitens der Eisenbahnen, und der Zollfragen, die durch die neuen Tarife der Nachbarländer brennend geworden sind, soll die Zentralstelle praktische Mitarbeit leisten, da sie hoffen kann, in erster Linie das erforderliche Material zur Verfügung zu erhalten. Jedenfalls wird sie versuchen, die berechtigten Wünsche der Interessenten zu sammeln und an geeigneter Stelle zu vertreten. Sie hofft eine um so fruchtbringendere Tätigkeit entfalten zu können, je mehr sie aus allen Kreisen der Zementverbraucher beansprucht wird.

Die Zentralstelle bittet deshalb ganz besonders die Fachverbände und ihre Organe darauf hinwirken zu wollen, daß die Inanspruchnahme zur kostenlosen Auskunfterteilung und Interessen-Wahrnehmung auch tatsächlich im weitesten Umfange erfolgt.

Zentralstelle zur Förderung der Deutschen-Portland-Zement-Industrie.  
Charlottenburg-Berlin, Knesebeckstraße 74.

Inhalt: Eisenbeton-Bogenbrücke in Schweidnitz i. Schl. — Beton- und Eisenbetonbauten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. (Schluß) — Der Elastizitätsmodul eines Betongewölbes. — Zentralstelle zur Förderung der Deutschen Portland-Zement-Industrie. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin. Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen in Berlin.  
Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg. P. M. Weber in Berlin.